

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 09317405
 PUBLICATION DATE : 09-12-97

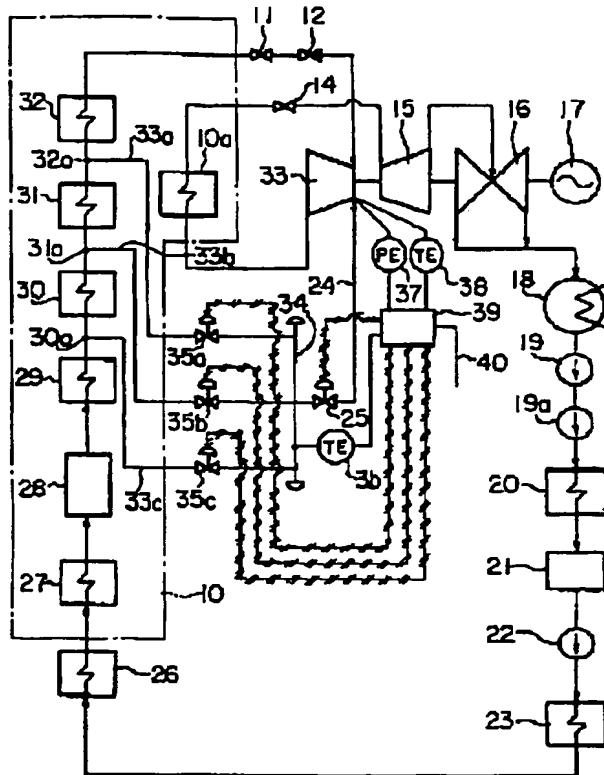
APPLICATION DATE : 29-05-96
 APPLICATION NUMBER : 08135198

APPLICANT : TOSHIBA CORP;

INVENTOR : ODA AKIRA;

INT.CL. : F01D 25/12 F01D 19/00

TITLE : COOLING SYSTEM FOR
 HIGH-PRESSURE, FRONT STAGE
 ROTOR BLADE EMBEDDED PART OF
 STEAM TURBINE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To efficiently suppress a reduction in material rigidity of an embedding part for a high-pressure, front stage rotor blade of a steam turbine by automatically calculating the optimal temperature and flow of cooling steam according to the operating conditions of the steam turbine to control its temperature and flow to their optimum values and then applying them to the high-pressure, front stage rotor blade embedded part.

SOLUTION: In controlling cooling steam for cooling an embedding part for a high-pressure, front stage rotor blade of a high-pressure turbine, a temperature sensor 38 and a pressure sensor 37 detect the temperature and pressure of a high-pressure, front stage rotor blade outlet respectively and a computing element 39 calculates the proper temperature and flow of cooling steam. Signals from the computing element 39 open or close flow regulating valves 35a to 35c to control the temperature of a cooling steam header 34 to its proper temperature. A temperature sensor 36 detects the temperature of the cooling steam header 34 and then feeds back it to the calculating element 39 which in turn opens the regulating valve on the low-temperature side as well as closes the regulating valve on the high-temperature side when the fed-back temperature is higher than the optimal temperature and vice versa when lower than the optimal temperature.

COPYRIGHT: (C)1997.JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-317405

(43)公開日 平成9年(1997)12月9日

(51)Int.Cl.
F 01 D 25/12
19/00

識別記号

庁内整理番号

F I

F 01 D 25/12
19/00

技術表示箇所
A
J

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全8頁)

(21)出願番号 特願平8-135198
(22)出願日 平成8年(1996)5月29日

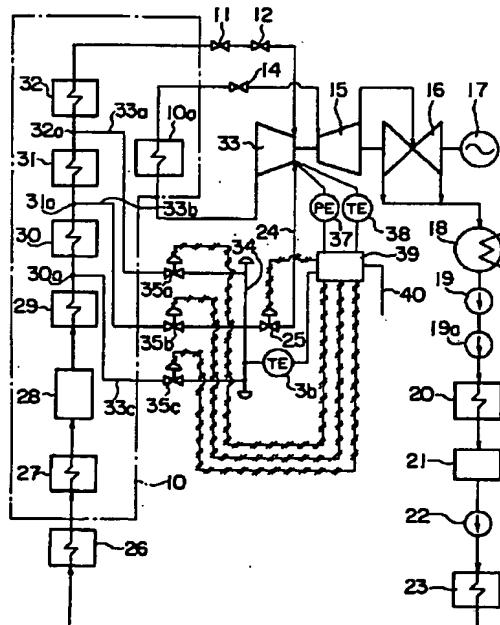
(71)出願人 000003078
株式会社東芝
神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
(72)発明者 織田亮
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社
東芝本社事務所内
(74)代理人 弁理士 佐藤一雄 (外3名)

(54)【発明の名称】 蒸気タービンの高圧初段動翼植込部の冷却装置

(57)【要約】

【課題】 蒸気タービン高圧初段動翼植込部の適切な冷却を行うこと。

【解決手段】 ボイラの複数の温度領域の蒸気を抽気しクーリング蒸気ヘッダ34に合流させる抽気管33a, 33b, 33cと、クーリング蒸気ヘッダ34の蒸気を高圧初段動翼植込部44に供給するクーリング蒸気管24と、上記抽気管及びクーリング蒸気管24にそれぞれ設けられた抽気調整弁35a, 35b, 35c及びクーリング蒸気流量調整弁25と、高圧初段動翼出口の圧力及び温度を検出する圧力検出器37及び温度検出器38と、クーリング蒸気ヘッダの温度検出器36と、上記圧力検出器及び各温度検出器からの検出信号、並びに主蒸気圧力、温度及び再熱蒸気圧力、温度等が入力され、クーリング蒸気温度及び蒸気量が最適となるように前記各抽気調整弁35a, 35b, 35c及びクーリング蒸気流量調整弁25に開度制御信号を出力する演算器39とを設けた。



【特許請求の範囲】

【請求項1】蒸気タービンプラントにおけるボイラの複数の温度領域の蒸気を抽気しクーリング蒸気ヘッダに合流させる抽気管と、上記クーリング蒸気ヘッダの蒸気を高圧初段動翼植込部に供給するクーリング蒸気管と、上記抽気管及びクーリング蒸気管にそれぞれ設けられた抽気調整弁及びクーリング蒸気流量調整弁と、高圧初段動翼出口の圧力及び温度を検出する圧力検出器及び温度検出器と、クーリング蒸気ヘッダの温度検出器と、上記圧力検出器及び各温度検出器からの検出信号、並びに主蒸気圧力、温度及び再熱蒸気圧力、温度等が入力され、クーリング蒸気温度及び蒸気量が最適となるように前記各抽気調整弁及びクーリング蒸気流量調整弁に開度制御信号を出力する演算器とを設けたことを特徴とする、蒸気タービンの高圧初段動翼植込部の冷却装置。

【請求項2】蒸気タービンプラントにおける主蒸気管から分岐され、主蒸気の一部をクーリング蒸気として高圧初段動翼植込部に供給するクーリング蒸気管と、給水または復水ラインから導出された給水または復水によってクーリング蒸気を冷却するクーリング蒸気冷却器と、上記クーリング蒸気管の途中に設けられたクーリング蒸気流量調整弁と、高圧初段動翼出口の圧力及び温度信号、並びに冷却後のクーリング蒸気の温度信号が入力され、クーリング蒸気流量調整弁及びクーリング蒸気冷却器に送給される冷却水量を調整する冷却水量調整弁に開度制御信号を出力する演算器とを設けたことを特徴とする、蒸気タービンの高圧初段動翼植込部の冷却装置。

【請求項3】クーリング蒸気冷却器には、複数の温度領域の復水或は給水を冷却水として選択的に供給するとともに、上記クーリング蒸気冷却器を経た冷却水をそれぞれ対応する温度領域の給水または復水ラインに戻すようにしたことを特徴とする、請求項2記載の蒸気タービンの高圧初段動翼植込部の冷却装置。

【請求項4】蒸気タービンプラントにおける高圧給水加熱器出口から分岐され、高圧初段動翼植込部にクーリング蒸気を供給するクーリング蒸気管と、そのクーリング蒸気管の途中に設けられたクーリング蒸気発生用ボイラと、高圧初段動翼出口の圧力及び温度信号、並びにクーリング蒸気発生用ボイラの下流側のクーリング蒸気の温度信号が入力され、上記クーリング蒸気発生用ボイラの入口側に設けられているクーリング蒸気流量調整弁、及びクーリング蒸気発生用ボイラへの燃料を制御する燃料流量調整弁に開度制御信号を出力する演算器とを設けたことを特徴とする、蒸気タービンの高圧初段動翼植込部の冷却装置。

【請求項5】クーリング蒸気管が上流側クーリング蒸気導入管と下流側クーリング蒸気導入管とに分岐され、上記上流側クーリング蒸気導入管が高圧タービンの外部ケーシング及び内部ケーシングを貫通し、さらにノズルボ

ックスを貫通して高圧初段動翼植込部の上流面側に向って開口するとともに、下流側クーリング蒸気導入管が上記外部ケーシング及び内部ケーシングを貫通し高圧二段ノズルダイアフラムに挿通され、高圧初段動翼植込部の下流面側に向って開口していることを特徴とする、請求項1乃至4のいずれかに記載の蒸気タービンの高圧初段動翼植込部の冷却装置。

【請求項6】クーリング蒸気管が上流側クーリング蒸気導入管と下流側クーリング蒸気導入管とに分岐され、上流側クーリング蒸気導入管が高圧タービンの外部ケーシング及び内部ケーシングを貫通し、ノズルボックスの後方に開口し、高圧初段動翼植込部に向けてクーリング蒸気を噴出するとともに、下流側クーリング蒸気導入管が上記外部ケーシング及び内部ケーシングを貫通し、高圧二段ノズルダイアフラムに挿通され、高圧初段動翼植込部の下流面側に向って開口していることを特徴とする、請求項1乃至4のいずれかに記載の蒸気タービンの高圧初段動翼植込部の冷却装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は蒸気タービンの冷却装置に係り、特に高圧タービンにおける高圧初段動翼植込部の冷却装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年の火力発電設備は、地球環境保護の観点から、CO₂、SO_x、NO_xの発生量抑制のために高効率化へのニーズが高まる一方の状況にある。火力発電設備のプラント熱効率の高効率のためには、蒸気温度の向上が最も有効な手段であるが、現在実用可能な技術における最高蒸気温度は600°C程度であり、例えば当面の目標とされている650°C級の蒸気温度を実用化するためには、いくつかの克服しなければならない課題が残されている。

【0003】その一つが、高圧タービンにおける高圧初段動翼植込部のクーリング技術である。

【0004】通常、蒸気タービン動翼植込部のクーリングを行う場合、クーリング蒸気源の蒸気圧力はクーリング蒸気抽出個所よりも高くなければならない。そこで、高圧初段動翼植込部のクーリングを行う場合、当該個所よりも圧力の高い個所は主蒸気ラインとなるが、主蒸気は高圧初段動翼植込部よりも温度が高いため、これを使用してもクーリングを行うことはできない。

【0005】そのため、従来においては主蒸気温度の向上に対しては、材料強度の向上並びに構造の工夫により対応してきたが、両方とも技術的に限界に達しており、クーリング方法を考案する以外に主蒸気温度を向上させることはできない状況にある。

【0006】そこで、高圧初段動翼植込部のクーリング方法としては、図8に示すように高圧初段動翼植込部よりも圧力が高く尚かつ温度の低い、ボイラ1次過熱器出

□から蒸気を抽気し、これをクーリング蒸気として高圧初段動翼植込部に插入する方法が考えられている。

【0007】すなわち、図8において、符号10はボイラであって、そのボイラ10で発生した蒸気は主蒸気止め弁11及び蒸気加減弁12を経て高圧タービン13に導入され、そこで仕事を行った蒸気は上記ボイラ10の再熱器10aで再熱され再熱蒸気弁14を経て中圧タービン15に供給される。上記中圧タービン15に供給された蒸気はそこで仕事をを行い、さらに低圧タービン16に供給され、そこで仕事をを行い、高圧タービン13、中圧タービン15とともに、同軸的に連結された発電機17を駆動し、電気エネルギーが発生される。

【0008】一方、低圧タービン16で仕事を行った蒸気は復水器18で復水され、復水ポンプ19、復水泵スタポンプ19aを介して低圧給水加熱器20及び脱気器21に順次送給され、さらに給水ポンプ22により高圧給水加熱器23を経てボイラ10に貫流される。

【0009】そして、ボイラ10の中間段すなわちボイラ一次過熱器出口aからクーリング蒸気管24が分岐導出され、このクーリング蒸気管24が高圧タービン13の高圧初段動翼植込部に開口されており、ボイラ一次過熱器出口の蒸気の一部がクーリング蒸気流量調整弁25を介して高圧初段動翼植込部に供給される。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上述の如きシステムにおいては、クーリング蒸気の温度がボイラ一次過熱器出口の蒸気温度によって決まるため、適切なクーリングを行うことがむずかしいという問題がある。

【0011】すなわち、クーリング蒸気は効率低下防止の面から極力少ない蒸気量において必要なクーリング効果を得るために、蒸気温度を可能な限り低くし、また流量を必要最低限に抑える必要がある。しかし、クーリング蒸気温度を低くしすぎると動翼植込部に過大な熱応力が発生する可能性があり、またクーリング蒸気量が少なすぎると必要なクーリング効果が得られない。

【0012】また、適正なクーリング蒸気温度は負荷によっても異なってくる。図9に変圧運転プラントの場合における負荷と高圧初段ノズル出口蒸気エンタルピの関係を示す。しかして、高圧初段動翼植込部のクーリング蒸気の適正な温度は、高圧初段動翼出口蒸気のエンタルピに左右される。

【0013】すなわち、変圧運転プラントにおいては、高負荷時の場合には、比較的温度が高いクーリング蒸気が、また低負荷時の場合には温度の低いクーリング蒸気が必要となる。

【0014】このように、高圧初段動翼植込部のクーリング蒸気は、適切な温度制御並びに流量制御を行うことが望まれるが、現状においては高圧初段動翼植込部のクーリング蒸気の温度並びに流量を適切にコントロールすることはむずかしかった。

【0015】本発明はこのような点に鑑み、蒸気タービン高圧初段動翼植込部の適切な冷却を行うことができるようとした冷却装置を得ることを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】第1の発明は、蒸気タービンプラントにおけるボイラの複数の温度領域の蒸気を抽気しクーリング蒸気ヘッダに合流させる抽気管と、上記クーリング蒸気ヘッダの蒸気を高圧初段動翼植込部に供給するクーリング蒸気管と、上記抽気管及びクーリング蒸気管にそれぞれ設けられた抽気調整弁及びクーリング蒸気流量調整弁と、高圧初段動翼出口の圧力及び温度を検出する圧力検出器及び温度検出器と、クーリング蒸気ヘッダの温度検出器と、上記圧力検出器及び各温度検出器からの検出信号、並びに主蒸気圧力、温度及び再熱蒸気圧力、温度等が入力され、クーリング蒸気温度及び蒸気量が最適となるように前記各抽気調整弁及びクーリング蒸気流量調整弁に開度制御信号を出力する演算器とを設けたことを特徴とする。

【0017】第2の発明は、蒸気タービンプラントにおける主蒸気管から分岐され、主蒸気の一部をクーリング蒸気として高圧初段動翼植込部に供給するクーリング蒸気管と、給水または復水ラインから導出された給水または復水によってクーリング蒸気を冷却するクーリング蒸気冷却器と、上記クーリング蒸気管の途中に設けられたクーリング蒸気流量調整弁と、高圧初段動翼出口の圧力及び温度信号、並びに冷却後のクーリング蒸気の温度信号が入力され、クーリング蒸気流量調整弁及びクーリング蒸気冷却器に送給される冷却水量を調整する冷却水量調整弁に開度制御信号を出力する演算器とを設けたことを特徴とする。

【0018】また、第3の発明は、蒸気タービンプラントにおける高圧給水加熱器出口から分岐され、高圧初段動翼植込部にクーリング蒸気を供給するクーリング蒸気管と、そのクーリング蒸気管の途中に設けられたクーリング蒸気発生用ボイラと、高圧初段動翼出口の圧力及び温度信号、並びにクーリング蒸気発生用ボイラの下流側のクーリング蒸気の温度信号が入力され、上記クーリング蒸気発生用ボイラの入口側に設けられているクーリング蒸気流量調整弁、及びクーリング蒸気発生用ボイラへの燃料を制御する燃料流量調整弁に開度制御信号を出力する演算器とを設けたことを特徴とする。

【0019】第4の発明は、クーリング蒸気管が上流側クーリング蒸気導入管と下流側クーリング蒸気導入管とに分岐され、上記上流側クーリング蒸気導入管が高圧タービンの外部ケーシング及び内部ケーシングを貫通し、さらにノズルボックスを貫通して高圧初段動翼植込部の上流面側に向って開口するとともに、下流側クーリング蒸気導入管が上記外部ケーシング及び内部ケーシングを貫通し高圧2段ノズルダイアフラムに挿通され、高圧初段動翼植込部の下流面側に向って開口していることを特

徴とする。

【0020】また、第5の発明は、クーリング蒸気管が上流側クーリング蒸気導入管と下流側クーリング蒸気導入管とに分岐され、上流側クーリング蒸気導入管が高圧ターピンの外部ケーシング及び内部ケーシングを貫通し、ノズルボックスの後方に開口し、高圧初段動翼植込部に向けてクーリング蒸気を噴出するとともに、下流側クーリング蒸気導入管が上記外部ケーシング及び内部ケーシングを貫通し、高圧2段ノズルダイアフラムに挿通され、高圧初段動翼植込部の下流面側に向って開口していることを特徴とする。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

【0022】図1において、高圧給水加熱器23を通った給水はエコノマイザー26を経てボイラ10に供給される。上記ボイラ10には、順次火炉バス27、汽水分離器28、後部伝熱部29、第一次過熱器30、第二次過熱器31及び最終過熱器32が設けられており、最終過熱器32で過熱された蒸気が主蒸気として高圧ターピン13に供給される。

【0023】ところで、最終過熱器入口32a、第二次過熱器入口31a、及び第一次過熱器入口30aからそれぞれ抽気管33a、33b、33cが分岐導出されており、その各抽気管33a、33b、33cの先端がクーリング蒸気ヘッダ34に接続されるとともに、その途中にそれぞれ最終加熱器入口クーリング蒸気流量調節弁35a、第二次過熱器入口クーリング蒸気流量調節弁35b、及び第一次過熱器入口クーリング蒸気流量調節弁35cが設けられている。

【0024】前記クーリング蒸気ヘッダ34にはクーリング蒸気管24が接続されており、そのクーリング蒸気管24の先端が高圧ターピンの高圧初段動翼植込部に開口されている。

【0025】したがって、最終過熱器入口32a、第二次過熱器入口31a、第一次過熱器入口30aから抽気されたクーリング蒸気は、クーリング蒸気ヘッダ34で合流し、その後クーリング蒸気管24を介して後述するように高圧ターピンの高圧初段動翼植込部に供給される。

【0026】上記クーリング蒸気ヘッダ34にはクーリング蒸気の温度を検出する温度検出器36が設けられており、また高圧初段動翼出口にはその高圧初段動翼出口の圧力及び温度をそれぞれ検出する圧力検出器37及び温度検出器38が設けられている。

【0027】上記温度検出器36、38及び圧力検出器37の検出信号は演算器39に入力され、そこで、その演算器39に入力されている主蒸気圧力、温度及び再熱蒸気圧力・温度信号40等とともに演算され、その演算器39からの出力信号によって前記クーリング蒸気流量

10

20

30

40

50

調整弁25の開度が制御され、クーリング蒸気の流量が適切な流量に調整される。

【0028】図2は、上記高圧ターピンのクーリング蒸気供給部の構造を示す図であって、クーリング蒸気ヘッダ34に接続されているクーリング蒸気管24は段落蒸気流れの下流側クーリング蒸気導入管24aと上流側クーリング蒸気導入管24bに分岐されている。

【0029】下流側クーリング蒸気導入管24aは、高圧ターピンの外部ケーシング41及び内部ケーシング42を貫通し、高圧2段ノズルダイアフラム43に挿入されている。上記ノズルダイアフラム43には中空の蒸気室が形成され、高圧初段動翼植込部44に向け蒸気の噴出口が設けられており、下流側クーリング蒸気導入管24aを経て供給されたクーリング蒸気が高圧初段動翼植込部44に向って段落蒸気流れの下流側から噴出される。

【0030】一方、上流側クーリング蒸気導入管24bは同じく外部ケーシング41及び内部ケーシング42を貫通した後、ノズルボックス45を貫通し、ノズルボックス45とロータ46の間に開口しており、クーリング蒸気が高圧初段動翼植込部44に向って上流側すなわちノズル側から噴出される。

【0031】以下に、クーリング蒸気のコントロール方法を説明する。図1において、クーリング蒸気ヘッダ34の温度は、最終過熱器入口クーリング蒸気流量調整弁35a、第二次過熱器入口クーリング蒸気流量調整弁35b、及び第一次過熱器入口クーリング蒸気流量調整弁35cにより調整される。

【0032】すなわち、比較的高い温度のクーリング蒸気が必要な場合は、温度の高い最終過熱器入口クーリング蒸気の割合が多くなり、低い温度のクーリング蒸気が必要な場合は、温度の低い第一次過熱器入口クーリング蒸気の割合が多くなる。

【0033】ここで、例えば主蒸気温度566°Cのプラントの場合、最終過熱器入口の蒸気温度は536°C程度であり、第二次過熱器入口の蒸気温度は480°C程度であり、また第一次過熱器入口の蒸気温度は420°C程度であり、536°C~420°Cの間では必要に応じた蒸気温度のコントロールを行うことができる。

【0034】蒸気温度の調整は、基本的には高温蒸気の最終過熱器入口蒸気と低温蒸気の第一次過熱器入口蒸気の2つで行うことができるが、中間の蒸気温度の第二次過熱器入口蒸気を加えることによって、より精度の高い温度調整を行うことができる。

【0035】蒸気温度と流量の具体的な調整方法としては、まず、最初に温度検出器38と圧力検出器37により高圧初段動翼出口の温度と圧力を検出し、演算器39によって、クーリング蒸気の適正な温度と流量を算出する。

【0036】次に、クーリング蒸気ヘッダの温度を演算

器3 9からの信号によって、最終過熱器入口クーリング蒸気流量調整弁3 5 a、第二次過熱器入口クーリング蒸気流量調整弁3 5 b、第一次過熱器入口クーリング蒸気流量調整弁3 5 cを開閉、適正な温度になるように調整する。

【0037】更に、クーリング蒸気ヘッダの温度を温度検出器3 6により検出し、演算器3 9にフィードバックし、適正温度よりも高い場合は、低温側もしくは中間温度側の調整弁を開き、高温側もしくは中間温度側の調整弁を閉め、適正温度よりも低い場合はその逆を行う。

【0038】ここで、クーリング蒸気の適正温度は、高圧初段動翼入口温度によって決まる。

【0039】第3図に高圧初段動翼入口温度とクーリング蒸気の適正温度の関係を示す。

【0040】第3図に示すように高圧初段動翼入口温度とクーリング蒸気適正温度は、概略比例関係にある。

【0041】また、高圧初段動翼入口温度は主蒸気の圧力並びに温度と高圧初段動翼出口の圧力並びに温度により算出される。

【0042】第4図のi-s線図に高圧初段入口温度の算出方法を示す。

【0043】第4図に示すように主蒸気圧力P 1及び主蒸気温度T 1と、高圧初段動翼出口圧力、温度P 3、T 3から、演算器の中で高圧初段落の膨脹線を引き、この膨脹線上に高圧初段動翼入口圧力P 2を描き、その点の温度T 2を求める。尚、高圧初段動翼入口圧力は、高圧初段動翼入口圧力P 2と高圧初段動翼出口圧力P 3の関係を演算器に予め入力しておくことによって求められる。

【0044】また、高圧初段動翼植込部に供給されるクーリング蒸気の流量は演算器からの信号によりクーリング蒸気調節弁2 5によってコントロールされる。

【0045】尚、これらの操作はすべて演算器並びに演算器からの信号によって全て自動的に行なわれる。

【0046】しかして、主蒸気条件等に対応して最適なクーリング蒸気が両クーリング蒸気導入管2 4 a、2 4 bを介して高圧初段動翼植込部の蒸気流れの上流側と下流側に供給され、高圧初段動翼植込部が両側から効果的に冷却される。

【0047】図5は本発明の他の実施の形態を示す図であり、ボイラ1 0で発生した蒸気を高圧タービン1 3に導く主蒸気管5 0の主蒸気止め弁1 1より上流側からクーリング蒸気管2 4が分岐されており、そのクーリング蒸気管2 4の途中にクーリング蒸気冷却器5 1が設けられている。

【0048】上記クーリング蒸気冷却器5 1は、例えば冷却管方式の蒸気-水熱交換器で冷却管5 2の内側を冷却水が通り、冷却管外側を蒸気が通る間接熱交換器である。上記冷却管5 2には、例えば復水ブースタポンプ1 9 aと低圧給水加熱器2 0の間、高圧給水加熱器2 3の

入口部、及び高圧給水加熱器2 3の出口部の3点からそれぞれ分岐導出された冷却水抽出管5 3 a、5 3 b、5 3 cが冷却水供給元弁5 4 a、5 4 b、5 4 cを介して冷却水量調整弁5 5の上流側で接続されている。また、クーリング蒸気冷却器5 1の出口側においては冷却水管が3つに分岐され、各分岐管がそれぞれ冷却水供給戻り止め弁5 6 a、5 6 b、5 6 cを介して低圧給水加熱器2 0の出口、高圧給水加熱器2 3の出口、及びエコノマイザー2 6の出口側に接続されている。

【0049】しかして、低圧給水加熱器2 0の入口から抽出された冷却水は、クーリング蒸気冷却器5 1で熱交換した後、低圧給水加熱器2 0の出口に還流され、高圧給水加熱器2 3の入口から抽出された冷却水はクーリング蒸気冷却器5 1で熱交換した後高圧給水加熱器2 3の出口に還流される。また、高圧給水加熱器2 3の出口から抽出された冷却水は同様にしてエコノマイザー2 6の出口に還流される。

【0050】各冷却水抽出管5 3 a、5 3 b、5 3 c及び冷却水を復水または給水ラインに戻す冷却水管に設けられている冷却水供給元弁5 4 a、5 4 b、5 4 cや、冷却水供給戻り止め弁5 6 a、5 6 b、5 6 cはそれぞれ演算器3 9からの信号によってそれぞれ開閉され、運転状態に応じた適切な冷却水ラインが選択されるようにしてある。

【0051】ここで、例えば温度が高いクーリング蒸気が必要な場合は、高圧給水加熱器出口の冷却水供給元弁5 4 c及び冷却水供給戻り止め弁5 6 cが開き、他の冷却水供給元弁及び冷却水供給戻り止め弁が閉じることで、高圧給水加熱器出口の温度の高い冷却水によりクーリング蒸気の冷却を行うことができる。

【0052】次に、温度の低いクーリング蒸気が必要な場合は、低圧給水加熱器入口の冷却水供給元弁5 4 a及び低圧給水加熱器出口の冷却水供給戻り止め弁5 6 aが開き、他の冷却水供給元弁及び戻り止め弁が閉じることで、低圧給水加熱器入口の温度の低い復水により、クーリング蒸気の冷却が行われる。

【0053】更に、上記の2つの中間的な温度のクーリング蒸気が必要な場合は、高圧給水加熱器入口の冷却水供給元弁5 4 b及び高圧給水加熱器出口の冷却水供給戻り止め弁5 6 bが開き、他の冷却水供給元弁及び戻り止め弁が閉じることで、高圧給水加熱器入口の中間の温度の給水により、クーリング蒸気の冷却が行われる。

【0054】クーリング蒸気温度の最終的な調整は、冷却水量調節弁5 5の開閉により、冷却水量を増減させることにより行う。

【0055】このように、本システムにおいては、クーリング蒸気冷却器の冷却水源の切り替えと冷却水量の調整によりクーリング蒸気の温度調整を行うことができ、クーリング蒸気の適正な温度と流量は、前述と同様な方法で温度検出器3 7と圧力検出器3 8により、高圧初段

動翼出口の温度と圧力を検出し、演算器39により算出する。

【0056】演算器の中で、高圧初段動翼出口の温度及び圧力に応じてクーリング蒸気冷却器の冷却水水源が選択され、演算器からの信号により、各冷却水供給弁及び供給戻り止め弁の開閉が行われる。また、クーリング蒸気温度が適正な温度になるように冷却水量調節弁55が同じく演算器からの信号によって開閉される。

【0057】クーリング蒸気温度は温度検出器36により検出され、演算器39にフィードバックされ、冷却水源の選択並びに冷却水水量の設定に反映される。また、クーリング蒸気の流量は、演算器からの信号によりクーリング蒸気流量調整弁25によってコントロールされる。

【0058】図6は本発明のさらに他の実施の形態を示す図であり、クーリング蒸気発生ボイラを設け、低温のクーリング蒸気を得るようとしたものである。

【0059】すなわち、高圧給水加熱器23の出口側における給水ラインから抽水管57が分岐導出されており、その抽水管57にクーリング蒸気発生ボイラ58が接続され、そのクーリング蒸気発生ボイラ58に、そこで発生した蒸気を高圧初段動翼植込部の上流側及び下流側に噴出するためのクーリング蒸気管24が接続されている。

【0060】上記クーリング蒸気発生ボイラ58に燃料を供給する燃料供給管59には燃料流量調整弁60が設けられている。

【0061】しかして、クーリング蒸気は、高圧給水加熱器23の出口側から抽出された給水がクーリング蒸気発生ボイラ58に供給加熱されることにより発生し、クーリング蒸気管24を介して高圧タービンの所定箇所に送給される。

【0062】そこで、クーリング蒸気の温度はクーリング蒸気発生ボイラ58に供給される燃料投入量により調整される。すなわち、温度の高いクーリング蒸気が必要な場合には、燃料流量調整弁60を開いて燃料投入量を増やし、温度の低いクーリング蒸気が必要な場合は、燃料流量調整弁60を絞って燃料投入量を減らす。

【0063】このように、本実施の形態においては、クーリング蒸気発生ボイラからの低温蒸気が、高圧初段動翼植込部の上流側及び下流側に供給され、上記植込部の温度が低下し、高圧初段動翼植込部の材力低下を防ぐことができる。しかも、高圧初段動翼出口の圧力と温度から演算器によって、運転状態に応じた最適なクーリング蒸気温度並びに流量を算出し、演算器からの信号により、クーリング蒸気発生用ボイラの燃料流量調整弁並びにクーリング蒸気流量調整弁の開度を調整することで、クーリング蒸気の温度並びに流量を最適な値にコントロールすることができる。

【0064】図7は、図2に対してクーリング蒸気が高

圧初段動翼植込部44の上流側に供給する場所を変更した例を示す図であり、上記クーリング蒸気がノズルボックス45の後方に供給されるようにしてある。

【0065】すなわち、この実施の形態においては、上流側クーリング蒸気導入管24bが高圧タービンの外部ケーシング41を貫通し、主蒸気導入管61の間を中圧タービン側へ通り抜け、その後高圧内部ケーシング42を貫通し、高圧初段ノズルボックス45の後方から高圧初段動翼植込部44に向けクーリング蒸気を噴出するようにしてある。

【0066】

【発明の効果】以上説明したように、本発明は、蒸気タービン高圧初段動翼出口の圧力と温度を検出し、演算器によって、そのときの運転状態に応じた最適なクーリング蒸気温度と流量を自動的に算出し、高圧初段動翼植込部よりも圧力が高く尚且つ温度の低い3種類のボイラ過熱器中間段から抽出した蒸気の混合または、3種類の給・復水による主蒸気の冷却または、クーリング蒸気発生用ボイラによる高圧給水の加温によりクーリング蒸気の温度と流量を最適値に調整し、これを高圧初段動翼植込部に供給することができ、高圧初段動翼植込部の材力の低下を、いかなる運転状態に対しても温度及び流量の面において過不足の無いクーリング蒸気の供給により抑制することができる。

【0067】したがって、信頼性が高く、また、広範囲な負荷変動並びに蒸気温度変動に対応可能で、尚且つ効率低下を最小限にとどめることのできる蒸気タービンの冷却装置が得られたことにより、650°C級の蒸気温度を実用化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の発明の蒸気タービンの冷却装置の概略系統図。

【図2】第1の発明におけるクーリング蒸気供給部の構造を示す図。

【図3】高圧初段動翼入口温度に対するクーリング蒸気適正温度の関係を示す図。

【図4】高圧初段落の膨張線を示す図。

【図5】第2の発明の蒸気タービンの冷却装置の概略系統図。

【図6】第3の発明の蒸気タービンの冷却装置の概略系統図。

【図7】クーリング蒸気供給部の他の例を示す図。

【図8】従来の蒸気タービンの冷却装置の概略系統図。

【図9】蒸気タービン負荷と高圧初段動翼出口蒸気のエンタルビの関係を示す図。

【符号の説明】

10 ボイラ

20 低圧給水加熱器

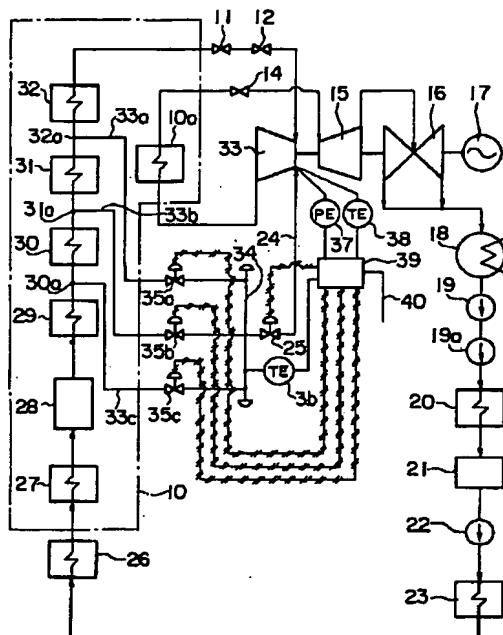
23 高圧給水加熱器

24 クーリング蒸気管

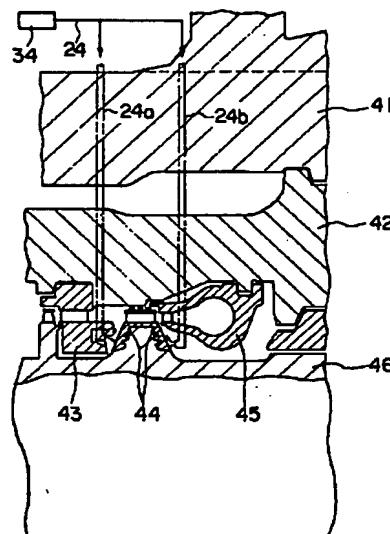
11
 25 クーリング蒸気流量調整弁
 30 第一次過熱器
 31 第二次過熱器
 33a, 33b, 33c 抽気管
 34 クーリング蒸気ヘッダ
 35a 最終過熱器入口クーリング蒸気流量調整弁
 35b 第二次過熱器入口クーリング蒸気流量調整弁
 35c 第一次過熱器入口クーリング蒸気流量調整弁

* 36 溫度検出器
 37 圧力検出器
 38 溫度検出器
 39 演算器
 50 主蒸気管
 51 クーリング蒸気冷却器
 58 クーリング蒸気発生ボイラ
 60 燃料流量調整弁

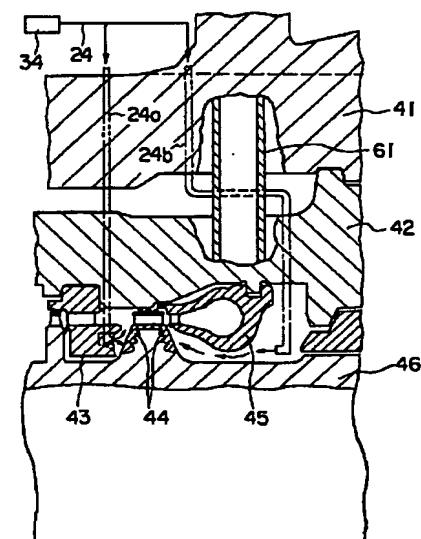
【図1】



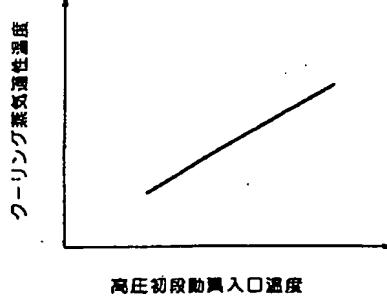
【図2】



【図7】

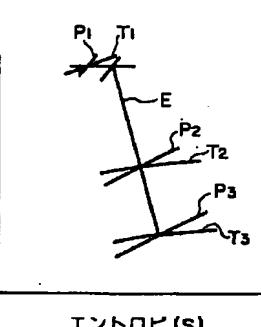


【図3】

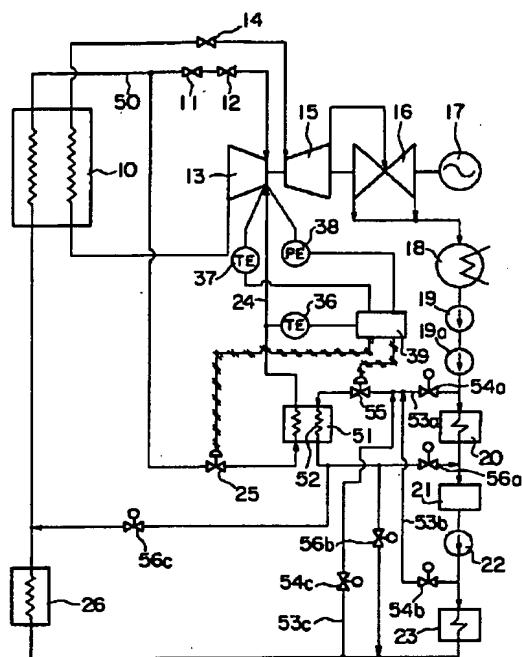


エンタルピ (h)

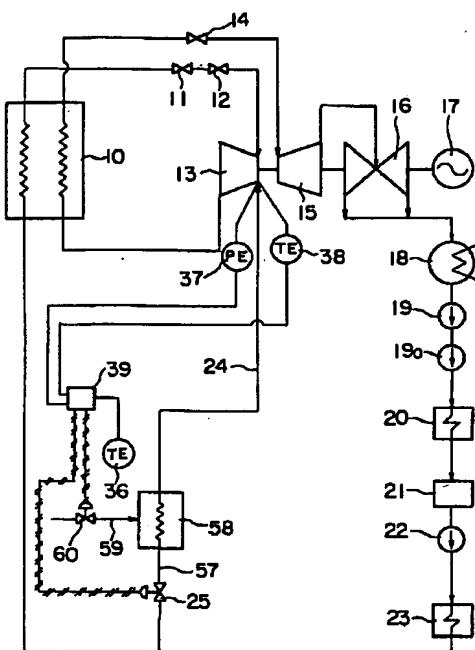
【図4】



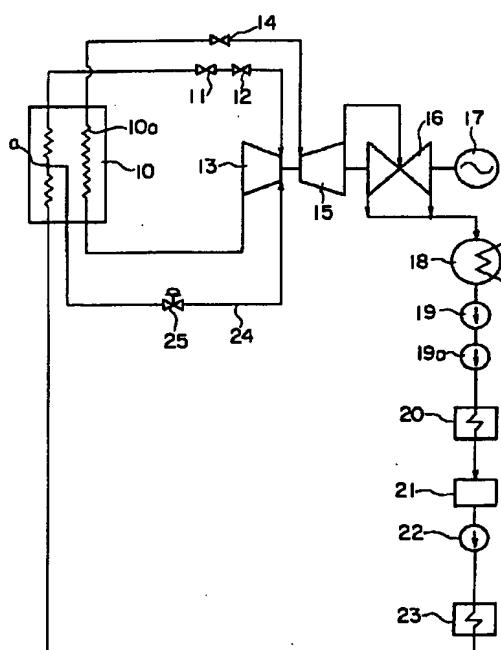
【図5】



【図6】



【図8】



【図9】

